
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2014/2015 Academic Session

June 2015

EBP 412/3 – Speciality Engineering Polymer [Polimer Kejuruteraan Khusus]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TWELVE printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions. THREE questions in PART A and FOUR questions in PART B.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. TIGA soalan di BAHAGIAN A dan EMPAT soalan di BAHAGIAN B.]

Instruction: Answer FIVE questions. Answer ALL questions from PART A and TWO questions from PART B. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab LIMA soalan. Jawab SEMUA soalan dari BAHAGIAN A dan DUA soalan dari BAHAGIAN B. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies in the examination questions, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] Describe 3 criteria for polymeric material that are used as scaffold in tissue engineering.

Huraikan 3 kriteria bagi bahan polimer untuk penggunaan perancah dalam kejuruteraan tisu.

(15 marks/markah)

- [b] Discuss the following techniques that are used to monitor rate of scaffold degradation:

- (i) FTIR
- (ii) GPC
- (iii) DSC

Bincangkan teknik berikut dalam penggunaannya untuk menentukan kadar penguraian perancah:

- (i) FTIR
- (ii) GPC
- (iii) DSC

(45 marks/markah)

- [c] Comparison is made between porous PCL/PLA blend and PUR as scaffold fabricated during *in vitro* testing in alkaline buffer solution. The chemical structures for PLA/PCL and PUR are shown in Figure 1. Explain:
- Compression modulus for both scaffold systems decrease during testing.
 - Rate of loss of compression modulus for PCL/PLA is higher than PUR system.

Perbandingan dibuat antara adunan PCL/PLA dan PUR terongga sebagai perancah semasa pengujian dalam larutan penampan beralkali secara 'in vitro'. Struktur kimia bagi PLA/PCL dan PUR ditunjukkan dalam Rajah 1. Jelaskan kenapa:

- Modulus mampatan untuk kedua-dua sistem berkurangan semasa pengujian.*
- Kadar pengurangan modulus mampatan bagi PCL/PLA lebih tinggi berbanding PUR.*

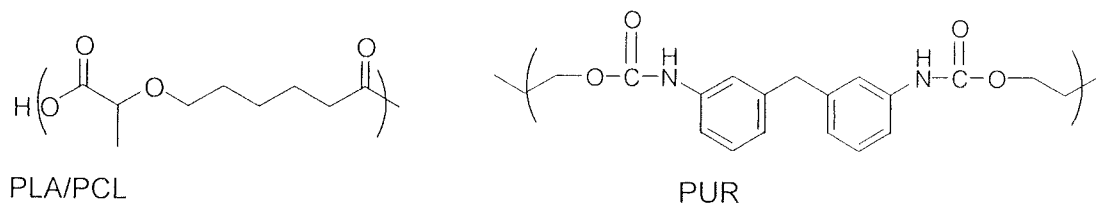


Figure 1

Rajah 1

(40 marks/markah)

2. [a] Write the chemical structure of poly-etherether-ketone (PEEK).

Tuliskan struktur kimia poli-etereter-keton (PEEK).

(20 marks/markah)

- [b] Based on the chemical structure in the Question 2 (a), explain the outstanding properties of this high performance polymer.

Berdasarkan struktur kimia dalam Soalan 2 (a), terangkan kelebihan sifat-sifat polimer berprestasi tinggi ini.

(20 marks/markah)

- [c] Referring to Table 1 and the outstanding properties as you mentioned in Question 2 [b], justify the reason why PEEK has been chosen as one of substitution for aluminium in FOKKER 100 rudder pedal support bar.

Merujuk kepada Jadual 1 dan kelebihan sifat-sifat seperti yang telah disebut dalam Soalan 2 [b], berikan justifikasi mengapa PEEK telah dipilih sebagai salah satu pengganti untuk aluminium bagi bar sokongan pedal kemudi dalam pesawat FOKKER 100.

Table 1 - Comparison of strength between PEEK and aluminium

Jadual 1 - Perbandingan di antara kekuatan PEEK dan aluminium

Parameters		PEEK 150CA30	Aluminum		
			2024-T4	6061-T6	7075-T6
Density		1.40 g/cm ³	2.78	2.70	2.81
Tensile Strength	Break, 23°C	260 MPa	469 MPa	310 MPa	572 MPa
	Break, 125°C	150 MPa			
	Break, 175°C	95 MPa			
	Break, 225°C	70 MPa			
	Break, 275°C	55 MPa			
Tensile Elongation		1.5%	20%	17%	11%
Tensile Modulus		26 GPa	73.1 GPa	68.9 GPa	71.7 GPa
Flexural Strength	23°C	360 MPa	441 MPa	386 MPa	
	125°C	250 MPa			
	175°C	120 MPa			
	225°C	60 MPa			
Flexural Modulus		24 GPa			
CTE	20°C	14.0 µm/mK	23.2 µm/mK	23.2 µm/mK	23.6 µm/mK
	100°C	14.0 µm/mK			
	250°C	30.0 µm/mK	24.7 µm/mK	24.7 µm/mK	25.2 µm/mK

(60 marks/markah)

3. [a] Write a comparison regarding material properties of fluoropolymers.

Tuliskan perbandingan berkenaan dengan pencirian bahan fluoropolimer.

(50 marks/markah)

- [b] Polyimide display a relatively low dielectric constant compared to other polymeric materials. Answer the followings:

- (i) Discuss the requirement for a low dielectric constant of polyimide in electronic packaging.
- (ii) Suggest two (2) methods to decrease the dielectric constant of a polyimide.
- (iii) Why is the dielectric constant of a polyimide decrease as the temperature is increased?

Poliimida mempamerkan nilai pemalar dielektrik yang agak rendah berbanding dengan polimer yang lain. Jawab yang berikut:

- (i) *Bincangkan keperluan pemalar dielektrik yang rendah bagi poliimida dalam pembungkusan elektronik.*
- (ii) *Cadangkan dua (2) kaedah bagi mengurangkan pemalar dielektrik poliimida.*
- (iii) *Kenapa nilai pemalar dielektrik poliimida menurun bila suhu ditingkatkan?*

(50 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

4. "Aromatic polyamides (PA) are classes of high performance polymers owing to their outstanding set of thermal and mechanical properties. However, these classes of polymers suffer poor processability either by solution or melt processing routes that restricts their application in many fields".

Based on the above statement write a short discussion on how to modify the monomers in order to get processable PAs.

"Poliamida aromatik (PA) dikelaskan sebagai polimer yang berprestasi tinggi berdasarkan kepada sifat-sifat terma dan mekanikal yang cemerlang. Walau bagaimanapun, polimer kelas ini mengalami kesukaran pemprosesan melalui larutan ataupun proses lebur yang menghalang kegunaan mereka dalam pelbagai bidang."

Berdasarkan kenyataan di atas, tuliskan perbincangan pendek bagaimana monomer dapat diubahsuai untuk mendapatkan PA yang boleh diproses.

(100 marks/markah)

5. An amphiphilic diblock copolymer is formed from polylactic acid (PLA) and polyethylene glycol (PEG) for use as drug delivery agent as shown in the following Figure 2:

Suatu kopolimer dwiblok ampifilik dibentuk daripada poli(asid laktik) (PLA) dan polietilena glikol (PEG) untuk kegunaan sebagai agen pembawa ubatan seperti ditunjukkan dalam Rajah 2 berikut:

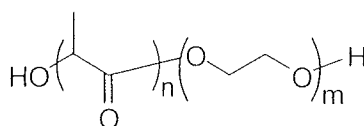


Figure 2

Rajah 2

Answer the followings:

Jawab yang berikut:

- [a] Draw the micelle structure of this amphiphilic when immersed in aqueous solvent.

Lukiskan struktur misel bagi ampifilik ini apabila direndam dalam larutan berair.

(20 marks/markah)

- [b] Critical micelle concentration (CMC) is the minimum amphiphilic concentration required for the formation of micelle. Predict with reason whether the CMC is increased or decreased if the value of n , copolymer in Figure 2 copolymer repeat unit is increased.

Kepekatan kritikal misel (CMC) adalah kepekatan minima ampifilik yang diperlukan bagi pembentukan misel. Jangkakan dengan alasan samada nilai CMC ini bertambah atau berkurang jika nilai n dalam struktur unit berulang kopolimer di Rajah 2 bertambah.

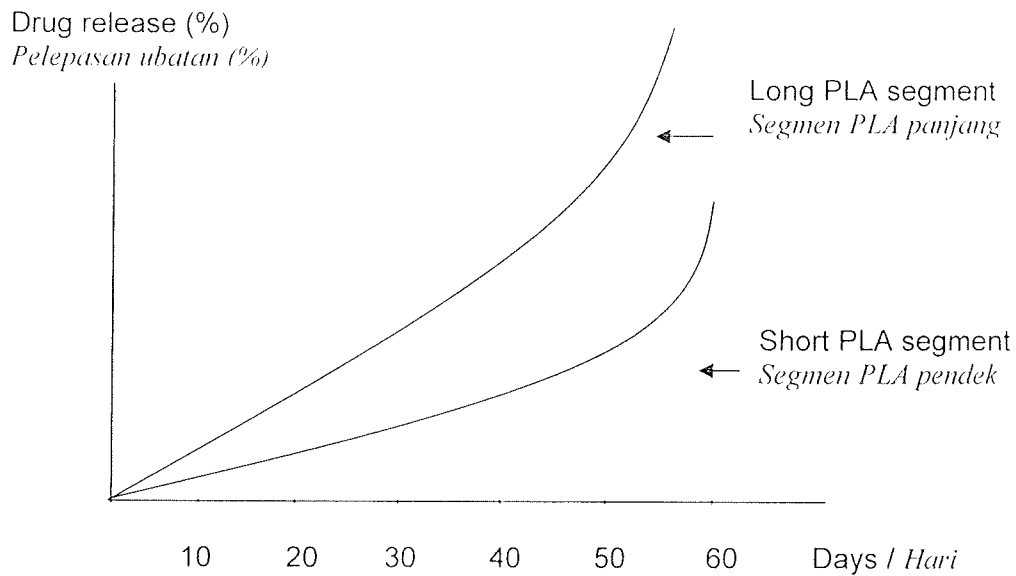
(30 marks/markah)

- [c] The rate of drug release of this diblock copolymer against time is plotted as shown in the Figure 3:

- (i) Why is the rate of drug release increase beyond 50 days duration?
- (ii) Why is the rate of drug release higher for diblock copolymer with longer PLA segment compared to the short PLA segment?

Kadar keluaran ubatan dari kopolimer diblok ini melawan masa adalah ditunjukkan dalam Rajah 3:

- (i) *Mengapa kadar keluaran ubatan meningkat selepas 50 hari?*
- (ii) *Mengapa kadar keluaran ubatan meningkat bagi segment PLA yang panjang berbanding segmen PLA yang pendek?*

**Figure 3***Rajah 3*

(50 marks/markah)

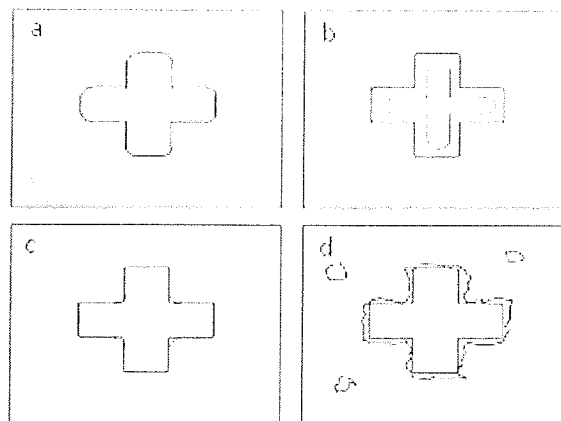
6. [a] Outline the basic steps performed during photolithography process.

Lakarkan langkah-langkah asas bagi proses fotolitografi.

(20 marks/markah)

- [b] Extent of development or exposure of radiation can result in pattern defect during photolithographic process. The following figures show the defect of transferred pattern in a form of a cross onto a resist during this process:

Kadar perkembangan atau pendedahan sinaran boleh menyebabkan kerosakan pada corak semasa proses fotolitografi. Rajah berikut menunjukkan kerosakan yang terjadi kepada corak terpindah yang berbentuk silang ke atas 'resist' semasa proses ini:

**Figure 4****Rajah 4**

Describe reasons affecting this defect for all these samples.

Perihalkan punca berlakunya kecacatan untuk kesemua sampel.

(40 marks/markah)

- [c] List down FOUR (4) wavelength of radiations used during patterning and henceforth describe the effect of reducing a smaller wavelength radiation on the resolution of pattern during photolithography process.

Senaraikan EMPAT (4) jarak gelombang sinaran yang digunakan semasa pembentukan corak dan seterusnya jelaskan kesan pengecilan jarak gelombang sinaran terhadap resolusi corak dalam proses litografi ini.

(10 marks/markah)

- [d] Consider a polycyclic acrylate photoresist below:
- (i) Suggest a suitable wavelength radiation for use in this photoresist.
 - (ii) Discuss TWO (2) features in this structure which make it a good photoresist.

Pertimbangkan suatu fotoresis polisiklik akrilat seperti di bawah:

- (i) Cadangkan jarak gelombang yang sesuai digunakan untuk fotoresis ini.*
- (ii) Bincangkan DUA (2) ciri dalam struktur ini yang menjadikannya fotoresis yang baik.*

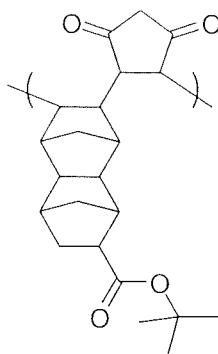


Figure 5

Rajah 5

(30 marks/markah)

7. [a] Epoxy is popularly used as underfill material during electronic packaging. Why does its coefficient of thermal expansion (CTE) need to be controlled during use as underfill?

Epoksi selalu diguna sebagai bahan pengisi-celah dalam pembungkusan elektronik. Mengapa koefisien pengembangan termal bagi bahan ini perlu dikawal semasa penggunaannya sebagai pengisi-celah?

(20 marks/markah)

- [b] The CTE for several polymeric materials are presented in Table below:

CTE bagi beberapa bahan polimer ditunjukkan dalam jadual berikut:

Polymer / Polimer	CTE ($10^{-5}/K$)
Silicone rubber / Getah silikon	90
Epoxy / Epoksi	41
Aromatic Polyimide / Poliimida aromatik	3

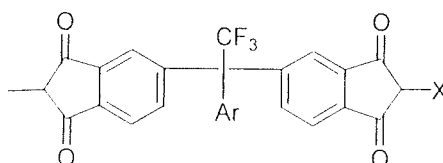
Discuss the different values of CTE of these polymers.

Bincangkan perbezaan nilai CTE polimer-polimer ini.

(45 marks/markah)

- [c] The variation of glass transition and coefficient of thermal expansion for polyimide with X structure is indicated in the table below.

Perubahan nilai peralihan kaca dan koefisien pengembangan termal untuk poliimida dengan struktur X adalah ditunjukkan dalam jadual di bawah:



X			
Tg(°C)	245	265	285
CTE(10 ⁻⁵ /K)	58	57	56

Suggest a reason for the increasing trend in Tg but a decreasing trend in CTE as the structure X is changed.

Berikan alasan bagi peningkatan dalam nilai Tg dan penurunan dalam nilai CTE apabila struktur X diubah.

(35 marks/markah)